

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 05 May 2000 (05.05.00)	
International application No. PCT/EP99/07334	Applicant's or agent's file reference D 2929PCT
International filing date (day/month/year) 04 October 1999 (04.10.99)	Priority date (day/month/year) 05 October 1998 (05.10.98)
Applicant FRISCHHOLZ, Robert	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:27 March 2000 (27.03.00)☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer F. Baechler Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>D 2929PCT</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 99/ 07334</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>04/10/1999</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>05/10/1998</b>
Anmelder  <b>DCS DIALOG COMMUNICATION SYSTEMS AG et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

#### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

#### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**Best Available Copy**

#### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 4

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G06K9/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ALTAF U M S ET AL: "Face recognition using the HAVNET neural network" APPLICATIONS AND SCIENCE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS, ORLANDO, FL, USA, 17-21 APRIL 1995, Bd. 2492, pt.2, Seiten 873-883, XP000863666 Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1995, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X das ganze Dokument	1,2,8
Y	---	3-5
	---	---



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Dezember 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Granger, B

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	TAKACS B ET AL: "Face recognition using binary image metrics" PROCEEDINGS THIRD IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATIC FACE AND GESTURE RECOGNITION (CAT. NO.98EX107), PROCEEDINGS THIRD IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATIC FACE AND GESTURE RECOGNITION, NARA, JAPAN, 14-16 APRIL 1998, Seiten 294-299, XP000863535 1998, Los Alamitos, CA, USA, IEEE Comput. Soc, USA ISBN: 0-8186-8344-9 das ganze Dokument	1,2,8
Y	--- BICHSEL M ET AL: "DER ELEKTRONISCHE PFORTNER: AUTOMATISCHES ERKENNEN UND IDENTIFIZIEREN VON MENSCHLICHEN GESICHTERN" MUSTERERKENNUNG,XX,XX, Seite 106-113 XP000541362 das ganze Dokument -----	3-5

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference D 2929PCT	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/07334	International filing date (day/month/year) 04 October 1999 (04.10.99)	Priority date (day/month/year) 05 October 1998 (05.10.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G06K 9/00		
Applicant DCS DIALOG COMMUNICATION SYSTEMS AG		

RECEIVED  
NOV 23 2001  
Technology Center 2600

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 3 sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 27 March 2000 (27.03.00)	Date of completion of this report 27 December 2000 (27.12.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/07334

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1,2,4-8, as originally filed,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
pages 3, filed with the letter of 11 October 2000 (11.10.2000),  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
Nos. 1-8, filed with the letter of 11 October 2000 (11.10.2000),  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 99/07334

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

1. This report makes reference to the following documents:

D1: Takacs et al.: "Face recognition using binary image metrics", Proceedings Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Nara, Japan, 14-16 April 1998, pages 294-299 1998, Los Alamitos, CA, USA, IEEE Comput. Soc., USA

2. The present application meets the requirements of PCT Article 33, since the subject matter of Claims 1 and 8 is novel (PCT Article 33(2)) and an inventive step is established within the meaning of PCT Article 33(3).

Re Claim 1:

**D1** discloses:

- process for face detection in a binarized image (see page 294, left-hand column, lines 19-28) by comparing the point group of the binarized image with that of a face model, wherein the point groups of the binarized image and the face model are compared using the Hausdorff distance between the

points of the point groups (see page 294, right-hand column, lines 19-24, supported by page 294, right-hand column, line 34 - page 295, left-hand column, line 28).

However, **D1** does not disclose:

- that "the face model is more than once transformed 2-dimensionally",
- that the process is applied "to localize the face model in the binarized image" and
- that "a position of a face is detected in the binarized image if a measurement derived from the Hausdorff distance is less than a limiting value".

In **D1** calculation of the Hausdorff distance is used rather to recognize a face and rapidly to search databases of face images (see abstract, lines 1-2). Use of the Hausdorff distance to localize a face within an image is not suggested by either **D1** or the other available prior art documents. Consequently, an inventive step within the meaning of PCT Article 33(3) may be considered to be established.

Re Claim 8:

Claim 8 is the device claim corresponding to process Claim 1 and thus also meets the requirements of PCT Article 33.



**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Independent Claim 1 has not been drafted in the two-part form defined by PCT Rule 6.3(b). However, the two-part form would appear to be appropriate in this case. Accordingly, the features known in combination from the prior art (**D1**) should be set out in a preamble (PCT Rule 6.3(b)(i)) and the remaining features should be specified in a characterizing part (PCT Rule 6.3(b)(ii)).

In the present case the features indicated in Box V are known in combination from **D1** and therefore belong to the preamble to such a claim.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM  
GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 29 DEC 2000

WIPO PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts D 2929PCT	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07334	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 04/10/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 05/10/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G06K9/00		
Anmelder DCS DIALOG COMMUNICATION SYSTEMS AG et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 3 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  27/03/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  27.12.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Herter, J  Tel. Nr. +49 89 2399 7478  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1,2,4-8	ursprüngliche Fassung			
3	eingegangen am	11/10/2000	mit Schreiben vom	11/10/2000

**Patentansprüche, Nr.:**

1-8	eingegangen am	11/10/2000	mit Schreiben vom	11/10/2000
-----	----------------	------------	-------------------	------------

**Zeichnungen, Blätter:**

1/1	ursprüngliche Fassung
-----	-----------------------

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,            Seiten:
- ☐ Ansprüche,                Nr.:
- ☐ Zeichnungen,            Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: Takacs et al: 'Face recognition using binary image metrics' Proceedings  
Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture  
Recognition, Nara, Japan, 14-16 April 1998, Seiten 294-299 1998, Los  
Alamitos, CA, USA, IEEE Comput. Soc, USA

2. **Punkt V: Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der  
Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit;  
Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Die vorliegende Anmeldung erfüllt die Erfordernisse des Artikels 33 PCT, weil der  
Gegenstand der Ansprüche 1 und 8 neu ist (Artikel 33(2) PCT) und eine  
erfinderische Tätigkeit im Sinne des Artikels 33(3) PCT gegeben ist.

Zu Anspruch 1:

**D1 offenbart:**

- Verfahren zur Gesichtsfindung in einem binarisierten Bild (siehe Seite 294, linke  
Spalte, Zeilen 19-28) durch Vergleichen der Punktgruppe des binarisierten  
Bildes mit der Punktgruppe eines Gesichtsmodells, wobei die Punktgruppen  
des binarisierten Bildes und des Gesichtsmodells anhand des Hausdorff-  
Abstandes zwischen den Punkten der Punktgruppen verglichen werden und  
(siehe Seite 294, rechte Spalte, Zeilen 19-24 gestützt durch Seite 294, rechte  
Spalte, Zeile 34 - Seite 295, linke Spalte, Zeile 28)

**D1 offenbart jedoch nicht:**

- daß "das Gesichtsmodell mehrmals 2-dimensional transformiert wird",  
- daß das Verfahren eingesetzt wird "um das Gesichtsmodell in dem binarisierten  
Bild zu lokalisieren", und  
- daß "eine Position eines Gesichts in dem binarisierten Bild gefunden wird, wenn  
ein aus dem Hausdorff-Abstand abgeleitetes Maß einen Grenzwert  
unterschreitet."

Die Berechnung des Hausdorff-Abstands wird in **D1** vielmehr zur Erkennung eines Gesichts eingesetzt und zum schnellen Durchsuchen von Datenbanken mit Gesichtsbildern (siehe Zusammenfassung, Zeilen 1-2). Eine Verwendung des Hausdorff-Abstands zur Lokalisierung eines Gesichts innerhalb eines Bildes wird weder durch **D1** noch durch die anderen vorliegenden Dokumente des Stands der Technik nahegelegt. Eine erfinderische Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(3) PCT kann folglich als gegeben angesehen werden.

Zu Anspruch 8:

Anspruch 8 ist der korrespondierende Vorrichtungsanspruch zum vorliegenden Verfahrensanspruch 1 und erfüllt somit auch die Erfordernisse des Artikels 33 PCT.

3. **Punkt VII: Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Der unabhängige Anspruch 1 ist nicht in der zweiteiligen Form nach Regel 6.3 b) PCT abgefaßt. Im vorliegenden Fall erscheint die Zweiteilung jedoch zweckmäßig. Folglich sollten die in Verbindung miteinander aus dem Stand der Technik bekannten Merkmale (Dokument **D1**) im Oberbegriff zusammengefaßt (Regel 6.3 b) i) PCT) und die übrigen Merkmale im kennzeichnenden Teil aufgeführt werden (Regel 6.3 b) ii) PCT).

Im vorliegenden Fall sind die unter Punkt V oben genannten Merkmale in Verbindung miteinander aus dem Dokument **D1** bekannt und gehören daher in den Oberbegriff eines solchen Anspruchs.

- 3 -

risiertes Bild, z.B. mittels Kantenextraktion, erzeugt, und dieses binarisierte Bild wird mit einem binären Gesichtsmodell verglichen, um das Bild des menschlichen Gesichtes in dem entsprechend binarisierten Gesamtbild zu suchen und zu finden. Es wird also nicht, wie bei den bisherigen Ansätzen des Standes der Technik, der Intensitätswert der einzelnen Kamerapixel verglichen oder nach Pixelveränderungen gesucht, sondern die Erfindung stützt sich auf eine Modellstruktur nach Art einer Strichzeichnung, die z.B. in Form einer Bitabbildung vorliegen kann.

Das Modell des Gesichtes oder die "Strichzeichnung", wird mit dem binarisierten Bild mit Hilfe einer modifizierten Version des sog. Hausdorff-Abstandes in zahlreichen Skalierungs-, Rotations- und Verzerrungsvarianten des Bildes verglichen. Die Anwendung des Hausdorff-Abstandes auf die Gesichtserkennung wurde z.B. von B. Takacs und H. Wechsler in "Face Recognition Using Binary Image Metrics", 3<sup>rd</sup> International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, IEEE Proceedings, April 1998, beschrieben. Auf diese Veröffentlichung und die dortige Erläuterung des Hausdorff-Abstandes wird ausdrücklich Bezug genommen.

Die genannte Veröffentlichung beschreibt die Anwendung des Hausdorff-Abstandes zum Zwecke der Gesichtserkennung. Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, daß die Gesichtsfindung mit einem gänzlich anderen Verfahren erreicht wird. Die Verwendung des Hausdorff-Abstandes zur Gesichtsfindung wurde im Stand der Technik nicht in Erwägung gezogen, u.a. weil dieser Algorithmus sehr viel Rechenzeit in Anspruch nimmt.

Dabei sollte man sich die grundsätzlichen Unterschiede in der Problematik der Gesichtsfindung und der Gesichtserkennung ins Gedächtnis rufen: Wenn das Gesicht in einem, insbesondere bewegten Bild einmal gefunden ist, kann dieses Gesichtsbild zur Erkennung bzw. Identifikation mit nahezu beliebigen Methoden mit einer Sammlung von Gesichtern aus einer Datenbank verglichen werden. Ist das fragliche Gesicht in der Datenbank enthalten, sind die Trefferra-

D2929 PCT  
DCS Dialog Communication Systems AG

Ansprüche:

1. Verfahren zur Gesichtsfindung in einem binarisierten Bild durch Vergleichen der Punktgruppe des binarisierten Bildes mit der Punktgruppe eines Gesichtsmodells, wobei das Gesichtsmodell mehrmals 2-dimensional transformiert wird, um das Gesichtsmodell in dem binarisierten Bild zu lokalisieren, und wobei die Punktgruppen des binarisierten Bildes und des Gesichtsmodells anhand des Hausdorff-Abstandes zwischen den Punkten der Punktgruppen verglichen werden und eine Position eines Gesichts in dem binarisierten Bild gefunden wird, wenn ein aus dem Hausdorff-Abstand abgeleitetes Maß einen Grenzwert unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das binarisierte Bild aus dem Originalbild mittels Kantenextraktion abgeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das binarisierte Bild zunächst in einem kleinen Maßstab mit einem entsprechend kleinen Gesichtsmodell verglichen wird, der Bereich des binarisierten Bildes, in dem ein Gesicht gefunden wurde, vergrößert und mit einem entsprechenden größeren Gesichtsmodell erneut verglichen wird und das Vergrößern und Vergleichen von binarisiertem Bildbereich und Gesichtsmodell ggf. wiederholt wird, bis das Gesicht in dem binarisierten Bild mit ausreichender Genauigkeit lokalisiert wurde.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem je nach Größe des binarisierten Bildes unterschiedliche Gesichtsmodelle mit unterschiedlicher Auflösung verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem je nach Größe des binarisierten Bildes die Kantenextraktion für die Ableitung des binarisierten Bildes aus dem Originalbild mit unterschiedlicher Auflösung erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem das Gesichtsmodell und/oder das binarisierte Bild gedreht werden und je nach Größe des binarisierten Bildes unterschiedliche Rotationsstufen verwendet werden.



7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Hausdorff-Maß auf der Grundlage des Mittelwertes eines bestimmten Prozentsatzes der kleinsten minimalen Hausdorff-Abstände ermittelt wird, wobei der Prozentsatz zwischen 0 % und 100 % liegt.
8. System zur Ausführung der Schritte des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Rechenvorrichtung zur Berechnung des Hausdorff-Abstandes und des Hausdorff-Maßes auf der Grundlage der Punkte des binarisierten Bildes und des Gesichtsmodells.

This object is met, according to the invention, by a method comprising the features recited in claim 1 and a system comprising the features recited in claim 8.

The method and system according to the invention are model-based. What this means is that a binary image of a human face or a so-called "line drawing" is searched for in a corresponding overall image. Thus an original picture first is converted into a binary image, for instance, by means of edge extraction. This binarized image then is compared with a binary face model to seek and find the image of the human face in the corresponding binarized total image. In contrast to the known approaches, therefore, it is not the intensity value of the individual camera pixels which is compared or pixel variations which are looked for. Rather, the invention relies on a model structure of the type of a line drawing which may be available, for example, in the form of a bit image.

The model of the face or the "line drawing" is compared with the binarized image by means of a modified version of the so-called Hausdorff spacing in numerous scaling, rotation, and distortion variants of the image. The application of the Hausdorff spacing to face recognition was described, e.g. by B. Takacs and H. Wechsler in "Face Recognition Using Binary Image Metrics", 3rd International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, IEEE Proceedings, April 1998. Reference is expressly made to that publication and the explanation it contains of the Hausdorff spacing.

The publication mentioned describes the use of the Hausdorff spacing for purposes of face recognition. It is stated expressly that face finding is achieved by a method which is totally different. It was not taken into consideration in the prior art to apply the Hausdorff spacing for the purpose of face finding, among other things because this algorithm takes an awful lot of calculating time.

The fundamental differences between the problems of face finding and face recognition should be recalled: Once the face is found in a picture, especially in a moving picture this facial picture can be compared with a collection of faces from a data base by almost any method of recognition or identification. If the face in question is contained in the data base the hit rates in general usually are very high, amounting to approximately 99 %. What is difficult with personal recognition, however, is the preceding step, namely first to find the face in any random picture and make a perfect "cutout" thereof. What may appear to be a minor differ-

## (Amended) Claims

1. A method of finding a face in a binarized image by comparing the dot group of the binarized image with the dot group of a face model, the face model being subjected to multiple two-dimensional transforms in order to locate the face model in the binarized image, and the dot groups of the binarized image and of the face model being compared on the basis of the Hausdorff spacing between the dots of the dot groups and a position of a face in the binarized image is found when a measure derived from the Hausdorff spacing fails to reach a limit value.
2. The method as claimed in claim 1, wherein the binarized image is derived from the original image by means of edge extraction.
3. The method as claimed in claim 1 or 2, wherein the binarized image first is compared on a small scale with a face model of corresponding small size, the area of the binarized image in which a face was found is enlarged and compared once again with a face model of corresponding larger size, the enlarging and comparing of the binarized image area and face model are repeated, as the case may be, until the face in the binarized image was localized with sufficient accuracy.
4. The method as claimed in claim 3, wherein different face models with different resolutions are used depending on the size of the binarized image.
5. The method as claimed in claim 3 or 4, wherein the edge extraction for deriving the binarized image from the original image is carried out with different resolutions depending on the size of the binarized image.
6. The method as claimed in any one of claims 3 to 5, wherein the face model and/or the binarized image are rotated and different steps of rotation are used depending on the size of the binarized image.
7. The method as claimed in any one of the preceding claims, wherein the Hausdorff measure is determined on the basis of the average value of a certain percentage of the smallest minimum Hausdorff spacings, the percentage being between 0 % and 100 %.

8. ~~A system for implementing the method as claimed in any one of the preceding claims, comprising a computing device for calculating the Hausdorff spacing and the Hausdorff measure on the basis of the dots of the binarized image and the face model.~~

ALL 7

Year	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>G06K 9/00</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/21021</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. April 2000 (13.04.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/07334</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 4. Oktober 1999 (04.10.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 47 261.7 5. Oktober 1998 (05.10.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DCS DIALOG COMMUNICATION SYSTEMS AG [DE/DE]; Cicerostrasse 21, D-10709 Berlin (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRISCHHOLZ, Robert [DE/DE]; DCS Dialog Communication Systems AG, Am Wetterkreuz 19a, D-91058 Erlangen (DE).</p> <p>(74) Anwälte: LIESEGANG, Roland usw.; Boehmert &amp; Boehmert, Franz-Joseph-Strasse 38, D-80801 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(54) Title: METHODS AND SYSTEM FOR RECOGNIZING PEOPLE WITH MODEL-BASED FACE DETECTION</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUR PERSONENERKENNUNG MIT MODELLBASIERTER GESICHTSFINDUNG</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to methods and a system for face detection in a binarized image by comparing the point groups of the binarized image with the point groups of a face pattern, wherein the point groups of the binarized image and the face pattern are compared between the points of the point groups on the basis of Hausdorff distance and the points in the binarized image are recognized when a measure derived from the Hausdorff distance is lower than a threshold value.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Gesichtsfindung in einem binarisierten Bild durch Vergleichen der Punktegruppe des binarisierten Bildes mit der Punktegruppe eines Gesichtsmodells, bei dem die Punktegruppen des binarisierten Bildes und des Gesichtsmodells anhand des Hausdorff-Abstandes zwischen den Punkten der Punktegruppen verglichen werden und ein Gesicht in dem binarisierten Bild erkannt wird, wenn ein aus dem Hausdorff-Abstand abgeleitetes Maß einen Grenzwert unterschreitet.</p> <div data-bbox="1019 1297 1383 1650"></div>		

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

---

Verfahren und System zur Personenerkennung mit modellbasierter  
Gesichtsfindung

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Personenerkennung mit modellbasierter Gesichtsfindung.

Es gibt Verfahren und Systeme zur biometrischen Personenerkennung, die sich auf eine Kombination aus Gesichtserkennung, Spracherkennung und Lippenbewegungserkennung stützen. Der kritische Teil dabei ist die Gesichtsfindung. Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Lokalisierung des Gesichts einer Person in beliebigen Kamerabildern innerhalb eines solchen Systems zur biometrischen Personenerkennung.

Das grundlegende Element bei der Gesichtserkennung ist die Gesichtsfindung, d.h. die exakte Lokalisierung des Bildausschnittes, der dem menschlichen Gesicht entspricht. Im Stand der Technik vereinfachen einige Lösungsvorschläge diese Problematik, indem sie einen einheitlichen Hintergrund fordern, vor dem dann das Gesicht gefunden werden kann. Auch durch Hinzunahme der Bewegtbildinformationen kann ein Gesicht erkannt werden, wobei hier unterstellt wird, daß nur der Bereich des Bildes, der sich im Laufe einer Bildfolge ändert, das Gesicht enthält.

Solche einfachen Ansätze genügen den heutigen Anforderungen an die Gesichtsfindung und -erkennung nicht mehr. Die Personenerkennung wird heute beispielsweise durch PC-Desktopkameras und andere mobile Kameras unterstützt, so daß die Gesichtsfindung auch dann robust funktionieren muß, wenn ein beliebiger Hintergrund oder sogar ein bewegtes Hintergrundbild vorliegt.

Die erfolgreichsten der heute bekannten Ansätze auf diesem Gebiet benutzen neuronale Netze. Diese Netze werden mit einer großen Anzahl von Gesichtsbeispielen trainiert, wobei bei dem Training als Gegenklasse eine noch größere Anzahl von "Nicht-Gesichtsbildern" verwendet wird, damit das neuronale Netz schließlich zwischen Gesicht und Hintergrund unterscheiden kann. Ein Nachteil dieser Methode ist neben der langen Rechenzeit die starke Abhängigkeit von Varianzen, wie Skalierung, Rotation und Verzerrung. -

Die Erfindung hat daher zur Aufgabe, ein neues System und Verfahren zur Gesichtsfindung anzugeben, das robust ist und eine Gesichtsfindung in Echtzeit zu leisten vermag.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 und ein System mit den Merkmalen von Anspruch 8 vor.

Das erfindungsgemäße Verfahren und System sind modellbasiert. Das heißt, es wird ein binäres Bild eines menschlichen Gesichtes, oder eine sogenannte "Strichzeichnung" in einem entsprechenden Gesamtbild gesucht. Aus einem Originalbild wird also zunächst ein bina-



risiertes Bild, z.B. mittels Kantenextraktion, erzeugt, und dieses binarisierte Bild wird mit einem binären Gesichtsmodell verglichen, um das Bild des menschlichen Gesichtes in dem entsprechend binarisierten Gesamtbild zu suchen und zu finden. Es wird also nicht, wie bei den bisherigen Ansätzen des Standes der Technik, der Intensitätswert der einzelnen Kamerapixel verglichen oder nach Pixelveränderungen gesucht, sondern die Erfindung stützt sich auf eine Modellstruktur nach Art einer Strichzeichnung, die z.B. in Form einer Bitabbildung vorliegen kann.

Das Modell des Gesichtes oder die "Strichzeichnung", wird mit dem binarisierten Bild mit Hilfe einer modifizierten Version des sog. Hausdorff-Abstandes in zahlreichen Skalierungs-, Rotations- und Verzerrungsvarianten des Bildes verglichen. Die Anwendung des Hausdorff-Abstandes auf die Gesichtserkennung wurde z.B. von B. Takacs und H. Wechsler in "Face Recognition Using Binary Image Metrics", 2nd International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, IEFF Proceedings, April 1998, beschrieben. Auf diese Veröffentlichung und die dortige Erläuterung des Hausdorff-Abstandes wird ausdrücklich Bezug genommen.

Die genannte Veröffentlichung beschreibt die Anwendung des Hausdorff-Abstandes zum Zwecke der Gesichtserkennung. Ausdrücklich wird darauf hingewiesen, daß die Gesichtsfindung mit einem gänzlich anderen Verfahren erreicht wird. Die Verwendung des Hausdorff-Abstandes zur Gesichtsfindung wurde im Stand der Technik nicht in Erwägung gezogen, u.a. weil dieser Algorithmus sehr viel Rechenzeit in Anspruch nimmt.

Dabei sollte man sich die grundsätzlichen Unterschiede in der Problematik der Gesichtsfindung und der Gesichtserkennung ins Gedächtnis rufen: Wenn das Gesicht in einem, insbesondere bewegten Bild einmal gefunden ist, kann dieses Gesichtsbild zur Erkennung bzw. Identifikation mit nahezu beliebigen Methoden mit einer Sammlung von Gesichtern aus einer Datenbank verglichen werden. Ist das fragliche Gesicht in der Datenbank enthalten, sind die Trefferra-

ten im allgemeinen üblicherweise sehr hoch, bei etwa 99%. Das Schwierige bei der Personenerkennung ist jedoch der vorausgeschaltete Schritt, in einem beliebigen Bild zunächst das Gesicht zu finden und perfekt "auszuschneiden". Was bei der wortsinngemäßen Gegenüberstellung Gesichtserkennung/Gesichtsfindung also als geringfügiger Unterschied erscheinen mag, ist im Ergebnis für die Gesichts- und somit Personenerkennung entscheidend für die Güte des Ergebnisses.

Der Bildvergleich mithilfe des Hausdorff-Abstandes basiert auf folgenden Grundlagen:

Aus dem binarisierten Bild und dem Gesichtsmodell werden zwei Punktgruppen gebildet,

$$A = \{a_1, \dots, a_m\}$$

und

$$B = \{b_1, \dots, b_n\}$$

der Hausdorff-Abstand ist dann definiert durch

$$H(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A))$$

wobei

$$h(A, B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\|.$$

Das erfindungsgemäße System und Verfahren sind unempfindlich gegenüber den häufigsten Störeinflüssen, wie eine Drehung, unterschiedliche Skalierung oder Verzerrung des Bildes, weil diese bei dem Vergleich der Punktgruppen leicht berücksichtigt werden können. Auch ist für den Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens kein langer Einlernvorgang nötig, anders als bei den neuronalen Netzen. Im Gegensatz zu den Ansätzen mit neuronalen Netzen müssen auch keine "Nicht-Gesichtsbilder" vorgegeben, gelernt oder auf andere Weise berücksichtigt werden. Das System erkennt ein Gesicht, wie der Mensch, aufgrund der Eigenschaften des Gesichtes selbst, nicht aufgrund der Eigenschaften des Hintergrundes, die

somit nicht berücksichtigt werden müssen. Durch eine geeignete Ausbildung des Modells, der "Strichzeichnung", können gesuchte Besonderheiten (z. B. Brillenträger) schnell in dem Modell berücksichtigt werden.

Das erfindungsgemäße System und Verfahren können in der Zukunft in biometrischen Identifikationssystemen zur automatischen biometrischen Zugangskontrolle verwendet werden, bei denen häufig die Gesichtserkennung, Spracherkennung, Lippenbewegungserkennung, Retinaabtastung, etc. kombiniert werden. Mit Hilfe der Erfindung ist es möglich, für die Gesichtserkennung den exakten Gesichtsausschnitt zu finden, die exakte Augenposition für eine Retinaabtastung zu lokalisieren, die exakte Mundposition zur Berechnung der Lippenbewegungen zu lokalisieren und dergleichen.

Das erfindungsgemäße System und Verfahren können jedoch noch sehr viel universeller eingesetzt werden, indem z. B. durch Vorgabe entsprechender binärer Modelle nur Menschen mit bestimmten Gesichtszügen erkannt werden, um nach solchen Merkmalen wie Mimik, Rasse oder Geschlecht zu unterscheiden. Das erfindungsgemäße Verfahren und System sind nicht einmal auf die Gesichtsfindung beschränkt, weil das Modell, nach dem gesucht wird, auch eine Hand oder einen anderen oder mehrere Teile des menschlichen Körpers oder einer Sache umfassen könnte.

In ihren bevorzugten Ausführungsformen sieht die Erfindung für die Gesichtsfindung die Anwendung eines modifizierten Hausdorff-Abstandes vor, um den Rechenaufwand zu minimieren und so ein Ergebnis innerhalb einer vertretbaren Rechenzeit zu erhalten. Mit der derzeitigen Ausführungsform des modifizierten Hausdorff-Abstandes zur Gesichtsfindung kann etwa ein Gesichtsbild pro Sekunde detektiert werden.

Zusätzlich sieht die Erfindung eine neuartige Vorauswahl des Bildes durch eine spezielle Ausnutzung der Voronoioberfläche vor, die auch zur Beschleunigung des Verfahrens beiträgt.

Das erfindungsgemäße System und Verfahren können sowohl als Software als auch als Hardwaremodule realisiert werden, wobei die modifizierten Algorithmen entweder programmiert oder in einer eigenen Hardware realisiert und somit wenigstens in der Hardwarelösung echtzeitfähig sind.

Die Erfindung ist im folgenden mit weiteren Einzelheiten in bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigen:

- Figur 1            ein Originalbild, das mit einer digitalen Kamera aufgenommen wurde;
- Figur 2            eine binarisierte Version des Originalbildes der Figur 1;
- Figur 3            ein binäres Gesichtsmodell in Form einer Strichzeichnung; und
- Figur 4            die mit Hilfe des Gesichtsmodelles der Figur 3 in dem binarisierten Bild der Figur 2 gefundene Position des Gesichtsmodells.

Figur 1 zeigt das Originalbild einer Person mit Gesicht, Schulterpartie und Hintergrund, das mittels Kantenextraktion in das in Figur 2 dargestellte binarisierte Bild umgewandelt wird. Hierzu werden die Kanten am Hell-Dunkel-Übergang in dem Originalbild dazu verwendet, eine Art Strichzeichnung des binarisierten Bildes gemäß Figur 2 herzustellen. Gesucht wird nach dem zweidimensionalen Gesichtsmodell der Figur 3 mit Hilfe des Hausdorff-Abstandes unter den unten näher erörterten Bedingungen.

Der allgemeine Hausdorff-Abstand bietet ein Mittel zur Bestimmung der Ähnlichkeit einer Punktgruppe zu einer anderen durch Untersuchung des Anteils der Punkte in der einen Gruppe, die in der Nähe von Punkten in der anderen Gruppe, oder umgekehrt, liegen. Es gibt zwei Parameter, um zu entscheiden, ob die zwei Punktgruppen einander ähneln oder nicht: (i) der maximale Abstand, den die Punkte voneinander entfernt sein können und bei dem sie gleichwohl noch als nah beieinander liegend betrachtet werden, und (ii) welcher

Anteil der Punkte in einer Gruppe maximal diesen Abstand von den Punkten in der anderen Gruppe entfernt ist.

Die Gesichtsfindung mit Hilfe des Hausdorff-Abstandsmaßes unterscheidet sich von anderen Techniken, wie der binären Korrelation, weil es keine Paarung der Punkte in den beiden Gruppen gibt, die verglichen werden. Eine Erläuterung der mathematischen Grundlagen des Hausdorff-Abstandes findet man im Internet unter der Adresse <http://www.cs.cornell.edu/Vision/hausdorff/hausmatch.html>. In diesem Dokument sind die Grundlagen des Hausdorff-Abstandes erläutert, auf die Bezug genommen wird.

Die zweidimensionale Bildabbildung der Figur 3 dient also als ein Gesichtsmodell, das in dem binarisierten Bild der Figur 2 lokalisiert werden soll, wobei geeignete zweidimensionale Transformationen und Skalierungen vorgenommen werden können.

Figur 4 zeigt die beste Übereinstimmung des Modells der Figur 3 mit dem binarisierten Bild der Figur 2 und somit die gefundene Position des Modells in dem binären Bild in dem Sinne, daß in Figur 4 der größte Anteil der binarisierten Kantenpunkte der Figur 2 in der Nähe der Bildpunkte der Figur 3 liegen. Bei Verwendung des Hausdorff-Abstandes findet man auch dann eine Übereinstimmung zwischen dem Gesichtsmodell und dem binarisierten Bild, wenn die entsprechenden binären Punkte nicht exakt übereinanderliegen.

Zur Realisierung dieses modellbasierten Gesichtsfindungsverfahrens werden bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung folgende Modifikationen des Hausdorff-Abstandes vorgenommen, um eine Gesichtsfindung in Echtzeit zu erreichen:

Die Erfindung verwendet einen hierarchischen Ansatz, bei dem zunächst das binarisierte Bild stark verkleinert wird, in dem verkleinerten binarisierten Bild nach einem entsprechend kleinen Gesichtsmodell gesucht wird; und wenn eine bestimmte Region als wahrscheinlicher Ort des gesuchten Gesichtes erkannt wird, wird

diese Region und ihre Umgebung vergrößert, um den Suchvorgang mit einem entsprechend größeren Modellgesicht fortzusetzen, usw.

Bei dieser hierarchischen Suchweise werden unterschiedliche Modelle verwendet; d.h. bei dem stark verkleinerten binarisierten Bild wird z.B. ein Modell (Figur 3) mit Schultern verwendet, um die Person zuverlässig zu erkennen. Je größer der Maßstab des binarisierten Bildes wird, desto feiner wird auch die Auflösung, und desto detaillierter wird das Modell für die Gesichtsfindung, so daß schließlich ein Modell verwendet werden kann, das z.B. nur noch Augen, Nase und/oder Mund enthält.

Auch die Kantenextraktion zur Herstellung des binarisierten Bildes der Figur 2 kann an die jeweiligen Hierarchiestufen, in denen unterschiedlich feine Auflösungen benötigt werden, angepaßt werden. Hierzu sieht die Erfindung die Verwendung eines adaptiven Sobel-Filters vor.

Innerhalb der verschiedenen Hierarchiestufen können jeweils geeignete Rotationen des Bildes und/oder des Modells vorgenommen werden.

Zusätzlich sieht die Erfindung vorzugsweise eine Vorfilterung des binarisierten Bildes (Erosion, Dilatation, etc.) vor.

Ein weiteres wichtiges Merkmal der Erfindung ist die Modifikation des Hausdorff-Abstandes. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, mit einem modifizierten Hausdorff-Abstand zu arbeiten, bei dem nicht nur der mittlere Abstand aller minimalen Abstände zwischen Modell und Bild als Abstandsmaß verwendet wird, sondern bei dem der Mittelwert der ersten  $x\%$  ( $0 < x < 100$ ) aller minimalen Abstände als Grundlage der Berechnung des Hausdorff-Maßes dient, damit größere Abweichungen ("Ausreißer") nicht berücksichtigt werden und das Ergebnis verfälschen.

-----  
Verfahren und System zur Personenerkennung mit  
modellbasierter Gesichtsfindung  
-----

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Gesichtsfindung in einem binarisierten Bild durch Vergleichen der Punktegruppe des binarisierten Bildes mit der Punktegruppe eines Gesichtsmodells, bei dem die Punktegruppen des binarisierten Bildes und des Gesichtsmodells anhand des Hausdorff-Abstandes zwischen den Punkten der Punktegruppen verglichen werden und ein Gesicht in dem binarisierten Bild erkannt wird, wenn ein aus dem Hausdorff-Abstand abgeleitetes Maß einen Grenzwert unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das binarisierte Bild aus dem Originalbild mittels Kantenextraktion abgeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das binarisierte Bild zunächst in einem kleinen Maßstab mit einem entsprechend kleinen Gesichtsmodell verglichen wird, der Bereich des binarisierten Bildes, in dem ein Gesicht gefunden wurde, vergrößert und mit einem entsprechenden größeren Gesichtsmodell erneut verglichen wird und das Vergrößern und Vergleichen von binarisiertem Bildbereich und Gesichtsmodell ggf. wiederholt wird, bis das Gesicht in dem binarisierten Bild mit ausreichender Genauigkeit lokalisiert wurde.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem je nach Größe des binarisierten Bildes unterschiedliche Gesichtsmodelle mit unterschiedlicher Auflösung verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem je nach Größe des binarisierten Bildes die Kantenextraktion für die Ableitung des binarisierten Bildes aus dem Originalbild mit unterschiedlicher Auflösung erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei dem je nach Größe des binarisierten Bildes unterschiedliche Rotationsstufen verwendet werden.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Hausdorff-Maß auf der Grundlage des Mittelwertes der kleinsten  $x\%$  aller minimalen Hausdorff-Abstände ermittelt wird, wobei  $0 < x < 100$ .
8. System zur Realisierung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Rechenvorrichtung zur Berechnung des Hausdorff-Abstandes und des Hausdorff-Maßes auf der Grundlage der Punkte des binarisierten Bildes und des Gesichtsmodells.



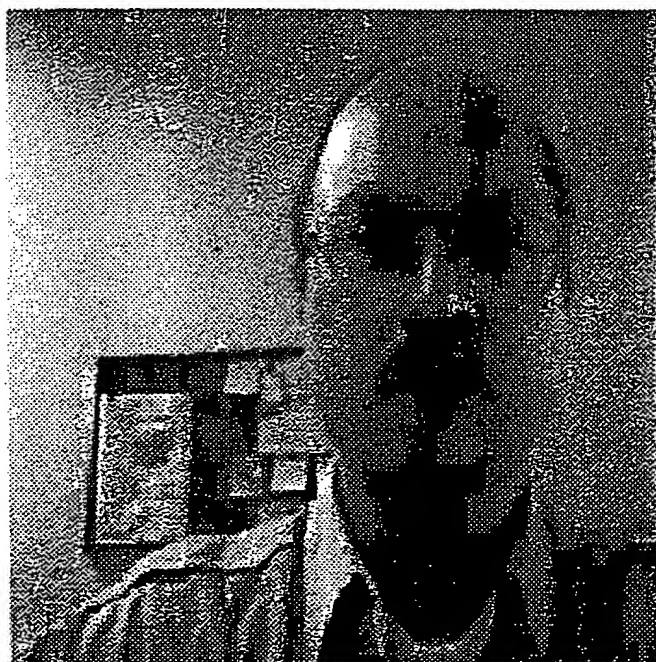


Fig. 1



Fig. 1

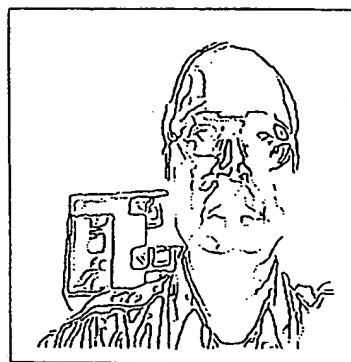


Fig. 2

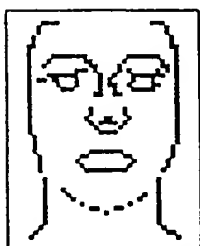


Fig. 3

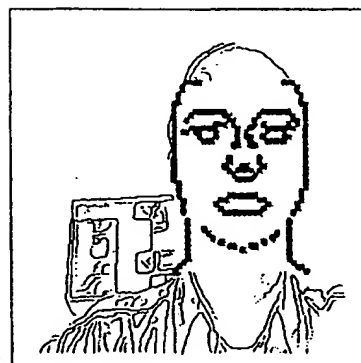


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**